
Una Propuesta para la Enseñanza de la Astronomía: el Recurso de la Arqueoastronomía

Lía Celinda Acosta, Leonor Colombo de Cudmani

Resumen

Esta propuesta se desarrolla desde una perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) como estrategia para la alfabetización científica; un camino para construir una sociedad ambientalmente sustentable y socialmente equitativa, mediante conceptualizaciones y racionalidades CTS.

Ha sido implementada en la modalidad taller, destinada a docentes y estudiantes de profesorado en Física y en Matemática; y puede ser adaptada a distintos niveles de enseñanza.

Para elaborarla nos basamos en una concepción de ciencia como construcción inter y transdisciplinaria, comprometida con la ética, la estética y el bien común, que permita la viabilidad y sostenibilidad de la región y la especie humana en el planeta. Propiciamos la enseñanza-aprendizaje de la astronomía como un saber, saber hacer, y saber ser, concretando el saber hacer con la construcción de relojes de sol. Abordamos el conocimiento astronómico desde epistemes distintas, siguiendo a Foucault (Díaz, 2.000), para poder poner en valor el saber y las prácticas astronómicas de los pueblos originarios, para quienes no fue la razón científica un principio de orden, sino lo mítico-religioso. Consideramos, con este fin, los aportes de la arqueoastronomía al educador en ciencias.

Palabras clave: investigación educativa, Astronomía, CTS.

A Proposal for the Astronomy Teaching: the Arqueoastronomy Resource

Abstract

This proposal develops from the Science-Technology-Society (STS) perspective as a strategy for scientific literacy; a way to build an environmentally sustainable and equitable society by means of STS conceptualizations and rationale.

It has been carried out as a workshop aimed at teachers and students from the professoriates of Physics and Mathematics. It can be graded to the different levels of the school system as well.

To make up this pedagogical proposal we based on a conception of science as an inter and trans disciplinary construction, committed to ethics, aesthetics and common welfare which allows feasibility and sustainability of the region and the human race. We foster the teaching and learning of astronomy as knowledge, a "know-how" knowledge and a "how to be" one, manifesting such "Know how" through the construction of sun clocks.

We deal with astronomical knowledge from distinct epistemologies under Foucault (Díaz, 2000) to be able to somehow translate into values the knowledge and astronomical practices of native peoples who had mythical-religious issues as principles of order instead of the scientific reason. With this aim, we take into account the contribution of archaeo-astronomy to the teacher of Science.

Key words: educational research, Astronomy, STS.

Introducción

La Unión Astronómica Internacional, en su XXV Asamblea General (Australia, julio de 2003) ha recomendado que se incluyan temas de Astronomía en las currículas del nivel medio. Los fenómenos astronómicos despiertan curiosidad natural y espontánea; permiten enseñar no sólo la situación actual del conocimiento científico-tecnológico sino también grandes hitos en el desarrollo de la Historia de la Ciencia y la Tecnología. Por otra parte, pueden servir para generar interés por la ciencia propiciando la prosecución de estudios en ciencias.

Esta recomendación se debe a que las instituciones educativas y los docentes incluyen pocos contenidos, o ninguno, relacionados con temas astronómicos.

La sociedad actual ha planteado un desafío a la educación: contribuir a formar ciudadanos, con una cultura científico-tecnológica, que puedan ejercitar un nuevo modo de ciudadanía, que reposicione al ser frente al saber. ¿Qué tipo de propuestas educativas debemos construir para que el ser humano oriente su conducta por criterios culturales científico-tecnológicos? ¿Se puede pensar en la actualidad en una sociedad ambientalmente sustentable y socialmente equitativa sin estar alfabetizados científicamente? **Martínez Armesto** (1997) plantea que para una sociedad del conocimiento socialmente equitativa, la enseñanza de las ciencias debe atender a las siguientes premisas:

- ciencia para todos;
- aplicación del conocimiento científico a la vida diaria;
- énfasis en asuntos de la sociedad;
- utilización y recuperación del conocimiento histórico comunitario y los recursos disponibles a nivel local.

Para una sociedad ambientalmente sustentable, la enseñanza de las ciencias debe propiciar: la toma de conciencia sobre el medio ambiente, tanto los sistemas naturales como socioculturales; el desarrollo de actitudes de compromiso ético con el medio ambiente para participar en su protección.

El taller que aquí se propone como actividad de aula, se aborda desde una perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) como estrategia idónea para la alfabetización científica. Las conceptualizaciones y racionalidades CTS se nos presentan como un camino para lograr una sociedad ambientalmente sustentable y socialmente equitativa, para actuar en una sociedad del riesgo, en la que los riesgos no lo son en igual medida para todos.

El análisis de la producción en investigación educativa sobre el tema refleja que estos abordajes son incipientes en nuestro país, y más aún la información y formación de los docentes para propiciar los mismos.

Como habitantes del NOA, en contacto directo con múltiples sitios arqueológicos que dejan su impronta en nuestro modo de mirar el mundo y posicionarnos ante el medioambiente natural y sociocultural, hemos considerado contextualizar la propuesta, utilizando como recurso la Arqueoastronomía. Pensamos que los aportes de la arqueoastronomía al educador en ciencias son:

- brindar la posibilidad de generar interés por la astronomía en estudiantes que tienen inclinación por las ciencias humanas;
- en tanto, el legado de la América indígena constituye un patrimonio cultural, la puesta en valor del mismo posibilita considerar la multiculturalidad de los pueblos latinoamericanos, propiciando la inclusión social y bajo el principio de equidad en el acceso al conocimiento, acorde a la concepción de ciencia que sustentamos;
- son valiosas en sí mismas, las prácticas de observación astronómicas y la elaboración de calendarios de las sociedades bajo estudio aportan nuevas perspectivas para comprender sus complejas relaciones sociales; con el conocimiento construido, contribuir a generar el deseo y la necesidad de preservar el patrimonio arqueológico.

Por otra parte, creemos necesario tender un puente entre "las dos culturas" mencionadas por **Snow** (1987). El análisis del hecho arqueoastronómico abordado desde sus diferentes dimensiones: conocimientos y técnicas puestos en juego, significación socio-económica y ritual para los pueblos indígenas del NOA argentino, nos proporciona, pensamos, un modo de construirlo. Con este mismo propósito, se introduce la dimensión artística en la construcción de relojes de sol.

Objetivos del taller

- Propiciar la enseñanza-aprendizaje de la astronomía como un saber, saber hacer, y saber ser, concretando el saber hacer con la construcción de un reloj de sol.
- Considerar el aporte de la arqueoastronomía al proceso de enseñanza-aprendizaje de la astronomía, el valor intrínseco de la misma y su

potencialidad para poner en valor nuestra multiculturalidad.

- Poner en consideración la incorporación de un enfoque CTS en la enseñanza de las ciencias.
- Desarrollar valores culturales, históricos, filosóficos y estéticos propios de la astronomía para tender un puente entre las ciencias naturales, las artes y las humanidades.
- Propiciar una formación ciudadana para la participación en las decisiones y acciones que tienen que ver con la preservación del patrimonio cultural de nuestra región.
- Mostrar y poner en acción una propuesta didáctica acorde a la concepción de ciencia sustentada en la propuesta.
- Generar un espacio de reflexión sobre cuales deben ser las principales finalidades de la enseñanza de las ciencias para el siglo XXI, en respuesta a la necesidad de formación de los docentes para desempeñarse como impulsores e instrumentos de toda innovación educativa.

Contenidos

Abordaremos algunos contenidos de astronomía de posición:

- la esfera celeste,
- el sistema de coordenadas locales (altura del polo elevado, meridiano del lugar, línea meridiana, azimut y altura de un astro),
- el movimiento aparente del sol, la observación del movimiento aparente del sol utilizando un gnomon, la medición del tiempo,
- la escala de tiempo solar, los factores que determinan la no uniformidad del día solar verdadero (excentricidad de la órbita y oblicuidad de la eclíptica) y la ecuación del tiempo,
- el magnetismo terrestre, pertinencia de la corrección por declinación magnética cuando se orienta el cuadrante solar con una brújula.

La Arqueoastronomía estudia la forma en que se proyectan o manifiestan los conocimientos astronómicos de las sociedades del pasado intentando determinar que tipo de conocimientos manejaban, de que forma los adquirirían y transmitían y el porque de estas prácticas.

Vamos a considerar algunos monumentales relojes de sol que demarcan las épocas de la siembra, de la recolección, del ritual, de la institucionalización del poder de la elite político-religiosa de las sociedades agropastoriles del Período Tardío o de Desarrollos Regionales (1000 a 1471) y horizonte inca (1471 a 1532), en el NOA argentino. Analizaremos los monumentos

del tiempo y al tiempo llamados Intihuatanas (amarraderos el sol):

- El observatorio solar de Rincón Chico [figuras 1,2,3], en el Valle de Yocavil, Santa María, Catamarca (**Reynoso, A. 2003**).

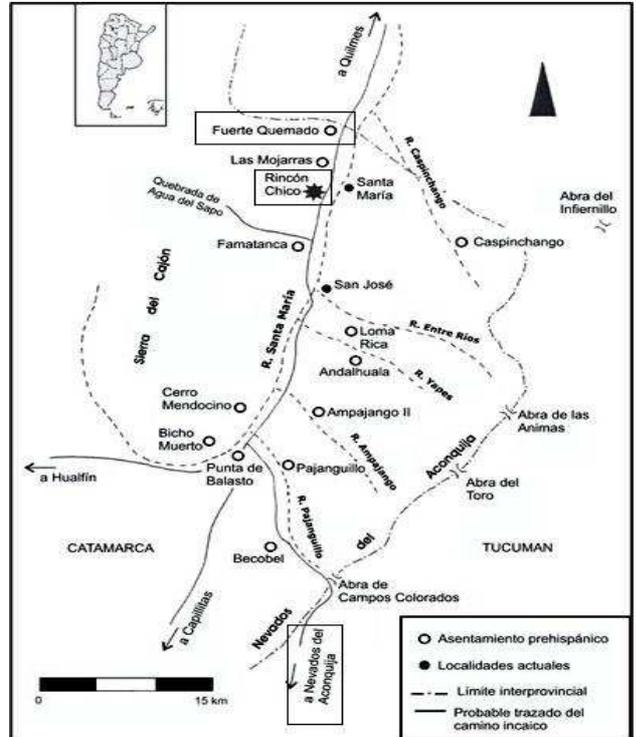


Fig. 1 Valle de Yocavil, hoy Valle de Santa María, Provincia de Catamarca.

Ubicación de los sitios arqueológicos que visitaremos virtualmente: 1- Rincón Chico (Catamarca); 2- La Intihuatana de Fuerza Quemado (Catamarca); 3- Asentamiento de los Nevados del Aconquija (Tucumán).

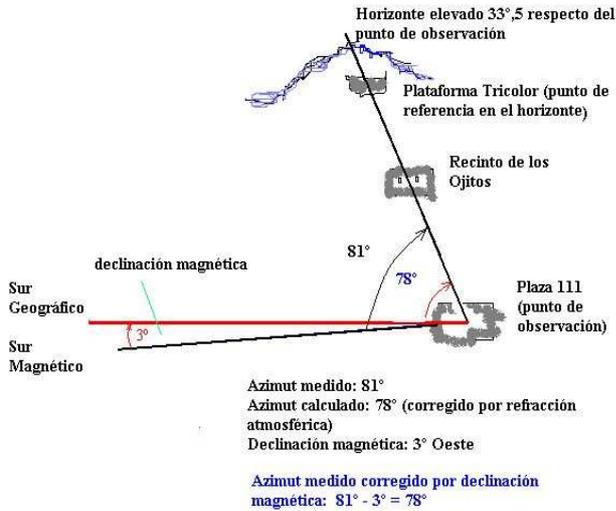


Fig. 2 Funcionalidad astronómica de las tres estructuras.

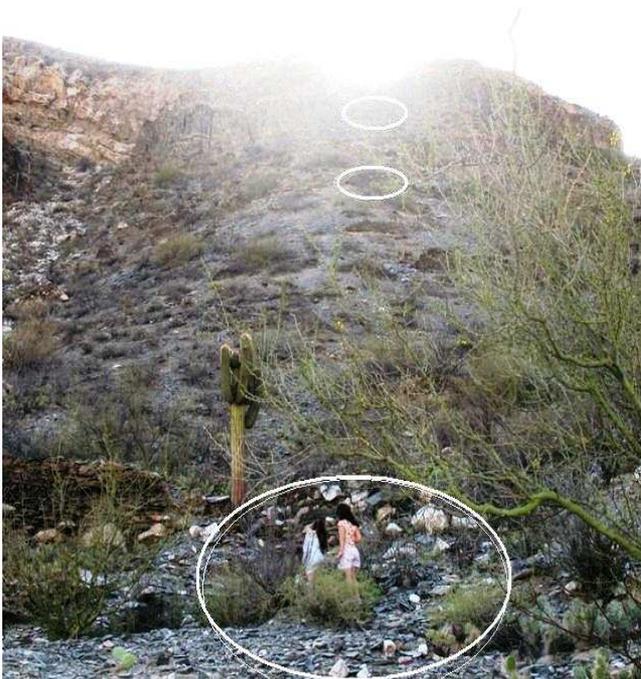


Fig. 3 Solsticio de verano en el Area Ceremonial del sitio Arqueológico Rincón Chico (declarado "Lugar Histórico" el 24 de octubre de 1997, por Decreto N° 1110 del Poder Ejecutivo Nacional): Quebrada del Puma y Abra del Sol. Se indican las tres estructuras alineadas: Abajo Plaza 111; a

media ladera el Recinto de los Ojitos; arriba la Plataforma Tricolor.

- La Intihuatana de Forte Quemado [figuras 4,5], en el Valle de Yocavil, Santa María, Catamarca (Reynoso, A.2003).



Fig. 4 Intihuatana de Forte Quemado, llamada por los pobladores del lugar: La Ventanita.

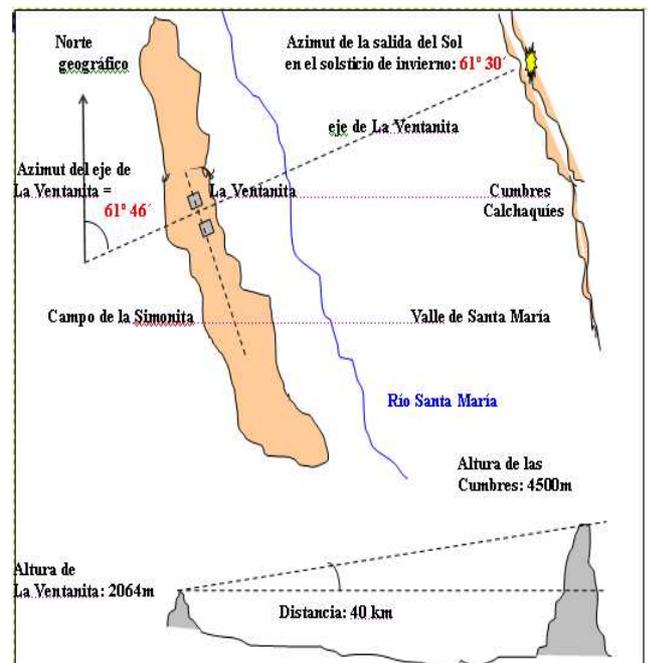


Fig. 5 Solsticio de invierno en la Intihuatana de Forte Quemado. Funcionalidad astronómica de la Ventanita.

- La Puerta del Sol del complejo arqueológico de los Nevados del Aconquija [figuras 6,7], ubicado en los altos faldeos a 4300 m s.n.m., en Tucumán (**Bravo, O.** 1993).



Fig. 6 Plaza ceremonial o aukaipata. Puerta del Sol señalada en la imagen.



Fig. 7 Solsticio de verano en el sitio arqueológico de Los Nevados del Aconquija. Los rayos del sol naciente pasan por la Puerta del Sol.

Con apoyo de fotografías de los sitios y sus estructuras de funcionalidad astronómica, se abordarán las investigaciones arqueológicas, el

modo de llevar a cabo la investigación, las hipótesis que formularon y el marco teórico que las sustentaba, el trabajo de campo, las observaciones y datos que recogieron, el análisis y la interpretación de los mismos. También veremos las relaciones entre los sitios y las sociedades que los construyeron y habitaron, las influencias políticas, socioeconómicas y cúlteras de la invasión inca en los Valles Calchaquíes y su zona de influencia (**González, R. L., Tarragó, M.** 2004; **González, R. L., Tarragó, M.** 2005).

Analizaremos el funcionamiento de un reloj de sol, los distintos tipos de reloj de sol y la técnica para construirlos. La construcción de relojes de sol permitirá resignificar los conocimientos, procedimientos y técnicas puestos en consideración en las primeras etapas de la propuesta. Se tomará el aporte de la tecnología y su didáctica concluyendo esta actividad con la formulación de un proyecto tecnológico: diseño, elección de materiales, tipo de cuadrante, construcción de maqueta, prueba del artefacto tecnológico, elección del emplazamiento, análisis del impacto socio-cultural de dicha elección.

Actividades

(a) En clase expositiva, se abordarán algunos conocimientos básicos de astronomía de posición.

(b) Utilizando como soporte la proyección de imágenes y registros fotográficos, los docentes visitarán virtualmente los sitios arqueológicos y conocerán las investigaciones arqueoastronómicas llevadas a cabo sobre los mismos.

(c) Se relacionarán los conocimientos actuales con los que poseían las culturas indígenas del NOA analizadas en la actividad (b).

(d) Se analizarán el funcionamiento de los distintos tipos de relojes de sol. Se expondrán nociones sobre el campo geomagnético. Se utilizará la página

<http://www.ngdc.noaa.gov/geomag/geomag.shtml> para obtener la declinación magnética.

(e) Se analizarán, grupalmente, dos artículos sobre las finalidades de la educación en ciencias y el papel de la educación CTS en la alfabetización científica y tecnológica, relacionando con las actividades previas. Los artículos se acompañan con una guía de lectura. Se discutirán en plenario las conclusiones de los grupos. Las mismas deberán ser presentadas por escrito.

Los artículos son:

1- Martínez Armesto, J. A. (1997), Educación científica y sociedad sustentable. *Boletín 44*.

Proyecto Principal de Educación en América Latina y El Caribe. UNESCO, Santiago, Chile, 37-43 [Versión electrónica].

2- Vaz Moniz-dos Santos, Maria Eduarda. Ciudadanía, conocimiento, ciência e educação cts. Rumo a “novas” dimensões epistemológicas: Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS [en línea] 2005, vol. 2 no. 006 [citado 2009-07-27]. Disponible en Internet:

<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=92420606>.

(f) Determinarán la línea meridiana utilizando un gnomon y verificarán la declinación magnética, para posterior orientación del reloj solar.

(g) Construirán relojes de sol de cuadrante ecuatorial, horizontal y vertical orientado; vinculándolos con las actividades previas. Se expondrá la técnica que será utilizada en la construcción.

(h) Orientarán el reloj sobre una superficie horizontal; harán lecturas en el mismo y las corregirán usando la ecuación del tiempo. Analizarán el error que se comete si se orienta el reloj con una brújula.

(i) Serán evaluados con dos objetivos: posibilitar al docente evaluar el grado en se han cumplido los objetivos del taller; posibilitar a los alumnos evaluar los conocimientos que han construido, como estrategia metacognitiva.

(j) Visitarán los sitios arqueológicos y sus estructuras de funcionalidad astronómica: Rincón Chico y La Ventanita en fecha a convenir.

Evaluación

A) Instrumento para la evaluación individual:

Desarrollar los siguientes apartados:

Al finalizar la actividad (a)

- Describa las correcciones que deben hacerse al tiempo solar verdadero observado utilizando el reloj de sol.

- Estime el error que se comete en la determinación del tiempo cuando no se tiene en cuenta la declinación magnética.

Al finalizar la actividad (c)

- Describa los conocimientos astronómicos que debieron poseer los pueblos indígenas estudiados a la luz de las manifestaciones arqueoastronómicas que dejaron, la forma en que los adquirieron y los transmitieron; y el porqué de estas prácticas.

- Exprese sus ideas acerca de la preservación del patrimonio arqueológico.

- Establezca una relación entre las obras de Remedios Varo (artista surrealista) proyectadas en la primera actividad y la orientación CTS en la enseñanza de las ciencias.

Requisitos para aprobar:

- Claridad y adecuación de los conocimientos astronómicos con los contenidos abordados.

- Pertinencia en el análisis de las manifestaciones arqueoastronómicas.

- Explicitación de actitudes tendientes, o no, a la participación para la preservación del patrimonio arqueológico.

- Uso de la teoría de errores.

- Percepción de los valores culturales y estéticos de la astronomía, que puedan hacer de puente entre las “dos culturas”.

B) Instrumentos para la evaluación grupal:

- Las conclusiones a la que arriba cada grupo en la actividad (e).

- Los relojes de sol construidos en la actividad (g)

Requisitos para aprobar:

- Comprensión del material de lectura de la actividad, aportes al debate (c).

- Dominio de la técnica para la construcción de los relojes de sol.

Bibliografía

Bravo, O. (1993) “El enigma de La Ciudadita. Arqueoastronomía de los Nevados del Aconquija, Provincia de Tucumán”. *CET*, nº 3: 5-14. Rev. Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. U. N. T. San Miguel de Tucumán.

Colombo de Cudmani, L., Pesa, M., Salinas, J. (2000) “Hacia un modelo integrador para el aprendizaje de las ciencias”. *Enseñanza de las Ciencias. Barcelona. Vol. 18-2*, pp. 3-13

Díaz, E. (2000). Investigación básica, tecnología y sociedad. Kuhn y Foucault. En: *La posciencia. El conocimiento científico en las postrimerías de la modernidad*. Cap. I. Editorial Bilos. Buenos Aires. pp. 74-80.

González, L., Tarragó, M. (2004) “Dominación, resistencia y tecnología: la ocupación incaica en el noroeste argentino”. *Chungara. Revista de antropología chilena*. Vol. 36, nº 2, 393-406.

González, L., Tarragó, M. (2005) “Vientos del sur. El valle de Yocavil (NOA) bajo la dominación incaica”. *Estudios Atacameños* nº 29, 67-95.

Gordillo, M. M. y Osorio, C. (2003) "Educar para participar en Ciencia y Tecnología. Un proyecto para la difusión de la cultura científica". *Revista Iberoamericana de Educación* Nº 32, pp. 165-21.

Martínez Armesto, J. A. (1997) "Educación científica y sociedad sustentable". *Boletín 44. Proyecto Principal de Educación en América Latina y El Caribe. UNESCO, Santiago, Chile, 37-43* [Versión electrónica].

Reynoso, A. D. (2003) "Arqueoastronomía en Rincón Chico (Catamarca, Argentina). Monumentos del tiempo, monumentos de encuentro en el Valle de Yocavil". *Anales Nueva Época 2006*. Instituto Iberoamericano. Universidad de Göteborg.

Snow, P. C. (1987) *Las dos culturas y un segundo enfoque*. Alianza Editorial, Madrid.

Solves, J., Vilches, A. (1992). "El modelo constructivista y las relaciones CTS". *Enseñanza de las Ciencias. Vol. 10-2*, pp. 181-186.

Vaz Moniz-dos Santos, M. E. "Ciudadanía, conhecimento, ciência e educação cts. Rumo a "novas" dimensões epistemológicas". *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS* [en línea] 2005, vol. 2 no. 006 [citado 2009-07-27]. Disponible en Internet:

<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=92420606>.

Relojes de Sol

- "Construcción de relojes de sol", Publicación digital de Club de Astronomía Apóstol Santiago. Taller Relojes de sol.

Este artículo se escribió en el 1er. semestre de 2010 en el Departamento de Física de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la Universidad Nacional de Tucumán.

Lía Celinda Acosta

Ing. Geodesta y Geofísica, graduada en la Universidad Nacional de Tucumán en 1984. Especialización en Estadística Aplicada; Instituto de Investigaciones Estadísticas, Facultad de Ciencias Económicas, U. N. T. (1987-1988).

Auxiliar Docente en las Cátedras de Geodesia y Geodesia Superior I, desde 1982 hasta 1992.

Profesora en el IES Santa María, Catamarca, en los Profesorados de Física y de Matemática, desde 1992 a la fecha.

Alumna de la Maestría en Enseñanza de las Ciencias (Área Física), de la Universidad Nacional de Tucumán, está desarrollando su tesis en la enseñanza de la energía en un contexto socioeconómico y sus implicancias en la educación ambiental (desde la perspectiva CTS).

Integrante del Proyecto "Transferencia de resultados de investigación en la superación de dificultades en el aprendizaje de conceptos y procedimientos en ciencia y tecnología" (código 26/E353/1). CIUNT. Universidad Nacional de Tucumán. Directora del Proyecto: Lic. Leonor Colombo de Cudmani.

Dirección electrónica: lcelacosta@yahoo.com.ar

Leonor Colombo de Cudmani

Licenciada en Física (UNT). Se desempeña como Profesora Titular con Dedicación Exclusiva en el Instituto de Física de la FACET (UNT). Es Directora del Magister en Enseñanza de las Ciencias (Área Física) de la UNT.